

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-168707

(43)Date of publication of application : 22.07.1991

(51)Int.Cl.

G02B 6/28

(21)Application number : 01-309826

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
SUMIDEN OPUKOMU KK

(22)Date of filing : 29.11.1989

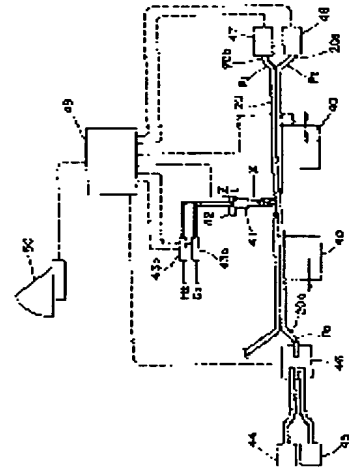
(72)Inventor : FUKUMA MASUMI  
SUGANUMA HIROSHI  
SHIGEMATSU MASAYUKI  
TAKIMOTO HIROAKI  
TOMITA NOBUO  
ARIMOTO KAZUHIKO

## (54) PRODUCTION OF OPTICAL COUPLER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To produce an optical coupler having a specified wavelength pitch by controlling the drawing condition based on the monitored data on the branching ratio of the optical coupler when drawn.

**CONSTITUTION:** Two optical fibers with a coat at its intermediate part removed are allowed to get close to each other in parallel, mounted on a drawing stage 40 and fixed. One end 20a of the fiber is irradiated with the light from sources 44 and 45 in an optical switch 46, other ends 20b and 20c are connected to power meters 47 and 48, and the uncoated regions are heated to fuse both ends together. At a certain point of time in drawing, the branching ratio monitored by an optical signal of plural wavelengths having a desired pitch is compared with that obtained when the optical coupler having a desired wavelength pitch is produced, the heating region or heating rate is feedback-controlled by a controller 49 based on the comparison result, and drawing is carried out. The optical coupler having a desired wavelength pitch is obtained in this way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

B

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-168707

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 02 B 6/28

識別記号

W

庁内整理番号

8106-2H

⑬ 公開 平成3年(1991)7月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 光カブラの製造方法

⑮ 特 願 平1-309826

⑯ 出 願 平1(1989)11月29日

⑰ 発 明 者 福 間 真 澄 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 発 明 者 菅 沼 寛 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 発 明 者 重 松 昌 行 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

⑰ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑰ 出 願 人 住電オプコム株式会社 東京都大田区大森西7丁目6番31号

⑰ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光カブラの製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも2本の光ファイバの被覆の一部を除去し、互いに平行に配置させる配置工程と、前記光ファイバの長手方向軸に平行な方向に往復移動可能でかつ移動速度が可変な加熱手段により、前記光ファイバの被覆除去部を加熱溶融し、延伸する加熱延伸工程とを備え、

前記加熱延伸工程中、前記光ファイバの加熱溶融部の分岐比を少なくとも2以上の波長の光で観測しつつ、前記観測された分岐比と所定の値との比較結果に基づいて、前記加熱手段の移動幅もしくは移動速度を制御し、加熱延伸を行う光カブラの製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光カブラの製造方法に関し、特に詳細には、光信号を分波合波する光カブラの製造方法に関する。

(従来の技術)

光信号を分波合波する光カブラとして、複数の光ファイバを溶融し互いに結合させた光ファイバ型合分波光カブラがある。そして、このような光カブラの製造方法の従来例として第11図に示すものが知られている。この従来の方法では、第1ステップ10において、2本の光ファイバの中間部分の被覆を除去する。第2ステップ11では被覆を除去した光ファイバを互いに平行となるように近接させて製造装置に装荷する。そして、第3ステップ12では光ファイバの一端にそれぞれ1.31 $\mu$ m、又は1.55 $\mu$ mの波長の光を選択的に注入できる光源を、また、光ファイバの他端にはそれぞれパワーメータを接続する。次に、第4ステップ13では2本の光ファイバの被覆を

除去した所定の領域を加熱し、融着させ、次に第5ステップ14では延伸する。この延伸中に、パワーメータの出力を監視しつつ、分岐比をモニターし、この分岐比が所定の値に達したとき（第6ステップ15）、延伸を停止し（第7ステップ16）、加熱部をモールドし（第8ステップ17）、光カブラを製造していた。

そして、延伸をどこで停止するかを確実に行うための分岐比のモニターする方法については、特開昭63-175812号公報に示されている。

また、合分波光カブラを製造する上の製造条件となるファイバの加熱領域長さと、合分波光カブラの重要な特性の一つである分波合波の波長間隔（以下波長ピッチという）の関係についての検討結果を、エム、アイゼンマン（M. Eisenmann）、イー、フェイデル（E. Veldel）氏が論文（SINGLE-MODE FUSED BICONICAL COUPLERS FOR WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING WITH CHANNEL SPACING BETWEEN 100nm AND 300nm）に表している。

で観測しつつ、観測された分岐比と所定の値との比較結果に基づいて、加熱手段の移動幅もしくは移動速度を制御し、加熱延伸を行うことを特徴とする。

#### 〔作用〕

光カブラの波長ピッチは、延伸時の加熱条件、具体的には加熱手段の移動幅及び移動速度に依存している。また、製造中の光カブラの分岐比は、延伸量に対して、周期的に変化し、更にこの変化量は注入波長により異なる。

そこで本発明の光カブラの製造方法では、上記のように構成し、光カブラの製造中に、光カブラに要求される波長ピッチを有する少なくとも2つ以上の波長の光で光カブラの分岐比をモニターする。そして、延伸時のある時点でのそれぞれの波長の光信号での分岐比を所定の値、具体的には所望の波長ピッチを有する光カブラの製造の際に得られた分岐比と比較し、比較結果に基づき加熱条件、具体的には加熱領域又は加熱速度のフィードバック制御を行う。そして、このフィードバック

そして、ファイバ型分波合波光カブラの分波合波する光の波長ピッチを所定の値にするため、上記論文に基づき最通条件となる加熱領域の幅を定め、これに基づいて光カブラを製造したり、また先に示した特許公報に従って延伸を停止する時期を正確に行い、光カブラの製造を行っていた。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、上記のように製造された光カブラでは、実際の融着状態、延伸時の種々の加熱条件等により波長ピッチがバラツいてしまい、そのため、所定の波長ピッチを有する光カブラを製造することが難しかった。

本発明は、上記問題点を解決し、所定の波長ピッチを有する光カブラを製造する方法を提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明の光カブラの製造方法では、製造時の光カブラの分岐比のモニターデータを基に延伸条件を制御するため、加熱延伸時において、製造中の光カブラの分岐比を少なくとも2以上の波長の光

制御により常に適切な加熱条件のもとで延伸を行い、所望の波長ピッチを有する光カブラを製造する。

#### 〔実施例〕

以下図面を参照しつつ本発明に従う実施例について説明する。

同一符号を付した要素は同一機能を有するため重複する説明は省略する。

第1図は、本発明に従う光カブラの製造方法の製造フローチャートの一例を示す。

また、第2図には第1図に示す上記製造フローチャートを実施するための光カブラ製造装置の概略構成の一例を示す。

第2図に示すように、光カブラ製造装置は光ファイバ20を固定する延伸ステージ40を備え、この延伸ステージ40は固定した光ファイバ20の軸方向（X方向）に移動可能であり、固定した光ファイバ20を延伸することができる。更に、この光カブラ製造装置は、光ファイバ20を加熱する加熱手段であるバーナー41を備え、このバ

バーナー41は、延伸ステージ40に固定した光ファイバ20の軸方向(X方向)及びこの軸方向に直交する方向(Z方向)に移動可能なバーナステージ42上に固定され、X、Z方向に移動可能である。また、このバーナステージ42は、X、Z方向を組み合わせて、例えば光ファイバ20に対して円弧上にも移動可能である。このバーナー41は酸素ガス及び水素ガスを燃焼させて熱を発生させており、バーナー41には、これらの酸素ガス及び水素ガスのバーナー41への供給量をそれぞれ制御するマスフローメーター(流量コントローラ)43a、43bを介して酸素、水素供給源が接続されている。

更に、この光カブラ製造装置には、加熱延伸時光カブラに、合波分波しようとする1.31 $\mu$ m及び1.55 $\mu$ mの波長の光の光源44、45及びこれらの光源44、45からの光を選択的に製造中の光カブラの一端20aから注入する光スイッチ46を備えている。また、注入された光の光カブラでの分岐状態を観測するためのパワ

ファイバの被覆を除去した所定の領域を加熱し、融着させる。次に第5ステップ34では、まず、バーナー41のトラバース長 $l$ 及びバーナスビード $v$ を所定の初期値 $l_0$ 、 $v_0$ に定め、延伸する。次に第6ステップ35では、この延伸中に、まずスイッチ46をセットして光ファイバの一端20aから光源44からの波長1.31 $\mu$ mの光を注入し、パワーメータ47、48で出力 $P_1$ 、 $P_2$ を監視しつつ、分岐比をモニターする。この分岐比が所定の値、例えば50%に達したとき、光スイッチ46を切り替え、光源45の波長1.55 $\mu$ mの光を注入し、分岐比を測定する。そして、第7ステップ36では、この測定された波長1.55 $\mu$ mの光の分岐比を、所定の波長ビッチ、具体的には $\lambda_p = 240$ nmを有する光カブラの製造中に得られた値と比較し、この比較値、例えば、比率、又は差に基づいてバーナー41のトラバース長 $l$ 又はバーナスビード $v$ を変え、延伸を行う。上記第5ステップ34から第7ステップ36をトラバース長 $l$ 又はバーナスビード $v$ を

メータ47、48が製造中の光カブラの他端20b、20cに接続できるように設けられている。そして、これらの光スイッチ46、パワーメータ47、48、バーナステージ42、延伸ステージ40及びマスフローメータ43a、43bは制御装置49に接続され、この制御装置49はこれを制御するコンピュータ50に接続されている。

そして、この装置を用いて第1図に説明した製造フローチャートを実施する。

第1図に示す本発明に従う光カブラの製造フローチャートでは、まず、第1ステップ30において、2本の光ファイバの中間部分の被覆を除去し、第2ステップ31では被覆を除去した光ファイバを互いに平行となるように近接させて第1図に示す光カブラ製造装置の延伸ステージ40に装着・固定し、そして、第3ステップ32では光ファイバの一端20aに光源44、45を光スイッチ46を介して、また、光ファイバの他端20b、20cにはそれぞれパワーメータ47、48を接続する。次に、第4ステップ33では2本の光フ

変えつつ所定の回数繰り返す。そして第8ステップ37では、波長1.31 $\mu$ mの光信号に対して分岐比が所定の値、具体的には100%になったとき、延伸ステージ40の移動を停止し延伸を停止する。そして第9ステップ38では光カブラの加熱延伸をモールドし光カブラを完成させる。

本件発明者は、波長ビッチ $\lambda_p$ を所定の値、例えば240nmに安定化させるための製造条件を調査した。

まず、125 $\mu$ mのクラッド径を有する光ファイバを2本平行に融着延伸させ、延伸量と波長ビッチの関係を調べた。一般に延伸量と分岐比の関係は第3図(a)に示すようになっていることが知られている。すなわち、この第3図(a)に示すように、分岐比は延伸量に対して周期的に変化しその変化状態は波長により異なっている。

そこで、上記2本の光ファイバを融着・延伸させて、第4図(a)に示すように一端から波長を変えて光信号 $P_0$ を注入し他端でその出力 $P_1$ 、 $P_2$ を測定し、第5図に示すようなグラフを作成

し、その極値間の値を測定し、波長ピッチ $\lambda_p$ を求めた。そして、第3図(a)に示すように、分岐比は周期的に変化するので、光カブラの分岐比が100%もしくは0%となる回数(以下トランスファ回数という)と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を求めたところ、第6図に示す結果を得ることができた。この第6図に示すグラフにおいて、A点はトランスファ回数が一回、すなわち、第4図(a)に示すように光信号が分岐される状態であり、B点はトランスファ回数が二回、すなわち、第4図(b)に示すように光信号が分岐される状態であり、C点はトランスファ回数が三回、すなわち、第4図(c)に示すように光信号が分岐される状態であり、D点はトランスファ回数が四回、すなわち、第4図(d)に示すように光信号が分岐される状態である。この図から、D点、すなわちトランスファ回数が四回するとき、波長ピッチ $\lambda_p$ が要求の $1.31\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ である $240\text{nm}$ に近くなることがわかった。

また、先に示したエム、アイゼンマン氏等によ

第9図に示す結果を得た。この第9図に示す結果から波長 $\lambda_p$ がバーナのスピード $v$ に依存していることがわかった。

これらの結果に基づいて、延伸中に製造中に少なくとも2つの波長で分岐比をモニターし、モニター結果をもとに延伸条件、具体的には、トラバース長 $l$ 、バーナスピード $v$ を制御する第1図に示す製造フローチャートによる光カブラ製造方法を実現した。

以下、本発明に製造方法の延伸条件を制御する方法について第3図(b)及び第10図を用いて説明する。

第3図(b)は、延伸製造中の光カブラの分岐比と延伸量との関係を示し、第10図は第1図の第5ステップ34から第8ステップ37までの製造プロセスの詳細な製造プログラムフローチャートを示す。

第2図に示す光カブラ製造装置を使用し、第1図に示す製造フローチャートの第4ステップ33まで実施する。そして、光スイッチ46を光ファ

る論文に示されるように、波長ピッチ $\lambda_p$ はバーナ41のトラバース長 $l$ に依存している。そこで、本件発明者は、このバーナ41のトラバース長 $l$ 、移動速度 $v$ 及びバーナ穴径 $h$ と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を調べた。ここで、トラバース長 $l$ 及びバーナ穴径 $h$ は具体的には、それぞれ第7図(a)及び第7図(b)に示す部分である。まず、バーナスピード $v$ を $2\text{mm/sec}$ 、トランスファ回数を4回、バーナ穴径 $h$ を $0.25\text{mm}$ としてトラバース長 $l$ と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を調べ、第8図に示す結果を得た。この第8図に示すグラフより、波長ピッチ $\lambda_p$ がトラバース長 $l$ に依存し、トラバース長 $l$ が $5.2\text{mm}$ の時、波長ピッチ $\lambda_p$ が要求される波長 $1.31\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ となる $240\text{nm}$ に近くなることがわかった。

更に、トランスファ回数を4回、トラバース長 $l$ を $5.2\text{mm}$ とし、バーナ穴径 $h$ をそれぞれ $0.27\text{mm}$ 及び $3.4\text{mm}$ として、バーナ41のバーナスピード $v$ との波長 $\lambda_p$ との関係を調べ、

イバ20の一端20aから $1.31\mu\text{m}$ の波長の光を注入するようにセットする。次にコンピュータ50内ではJ( $1.31\mu\text{m}$ の波長に光を注入した際、分岐比が例えば50%に達した回数)を「0」にセットする(ステップ50)。次に、トラバース長 $l$ を $l_0$ に、またバーナスピード $v$ を $v_0$ にセットする(ステップ51)。この状態で延伸を行いつつ、パワーメータ44、45を用いて波長 $1.31\mu\text{m}$ での分岐比 $r_{1.31}$ をモニターする(ステップ52)。分岐比 $r_{1.31}$ は第3図(b)に示すように徐々に増加していく。そして、分岐比 $r_{1.31}$ が所定の値、例えば50%になったとき、具体的には第3図(b)において $S_1$ に到達したとき、光ファイバの一端から $1.55\mu\text{m}$ の波長の光を注入するように光スイッチ46を切り替え、パワーメータ44、45を用いて分岐比 $r'_{1.55}(1)$ をモニターし測定する(ステップ54)。すなわち第3図(b)において $p_1$ を測定する。そして、 $1.55\mu\text{m}$ 及び $1.31\mu\text{m}$ の波長の光で波長ピッチが $240\text{nm}$ となる光カ

ブラの製造の際、分岐比  $r_{1.31}$  が所定の値、例えば50%となる毎の1.55  $\mu\text{m}$ の光信号における製造中の光カブラの分岐比の値、すなわち  $r_{1.55}(J)$  ( $J=1, 2, 3, 4$ ) を予め測定しておき、 $p_1$  における分岐比  $r'_{1.55}(1)$  の値と比較し、この比較値にしたがってトラバース長  $l$  もしくはバーナスピード  $v$  を変えて延伸を続行する。

そして次に、 $J$  の値に「1」を加算し（ステップ57）、再度1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光を注入するように光スイッチ46を切り替え、パワーメータ44、45を用いて分岐比  $r_{1.31}$  をモニターしつつ延伸を続ける。そしてこの分岐比  $r_{1.31}$  が再度所定の値、例えば50%に達したとき、具体的には第3図(b)の  $S_2$  に達したとき、再度光スイッチ46を切り替え、先に説明したように波長1.55  $\mu\text{m}$ の光信号での分岐比  $r'_{1.55}(2)$  の値、具体的には第3図(b)で  $p_2$  の値を測定し、分岐比  $r_{1.55}(2)$  と比較し、再度トラバース長  $l$  もしくはバーナスピード  $v$  を変え、 $J$  に

$$[r'_{1.55}(J) / r_{1.55}(J)] \quad \dots \textcircled{1}$$

バーナスピード  $v$  としては

$$v = v \times \alpha_v(J) \times$$

$$[r'_{1.55}(J) / r_{1.55}(J)] \quad \dots \textcircled{2}$$

のように1.55  $\mu\text{m}$ の波長で測定した分岐比、1.31  $\mu\text{m}$ 及び1.55  $\mu\text{m}$ の波長ピッチ  $\lambda_p = 240 \text{ nm}$ を有する合波分波カブラの製造中に予め測定してある分岐比との比に基づいて、トラバース長  $l$  もしくはバーナスピード  $v$  を修正するようにする。ここで  $\alpha_l(J)$  及び  $\alpha_v(J)$  はトラバース長  $l$  及びバーナスピード  $v$  を修正する係数であり実験的に予め求めておく。

このようにして、光カブラの製造中に、その波長ピッチに影響を与える延伸条件を、その時々々の分岐比の状態に応じて、フィードバックし、波長ピッチが所望の値となるように制御しつつ延伸を行う。

1.31  $\mu\text{m}$ の単一モード光ファイバを用いて上記方法により、1.31  $\mu\text{m}$ 及び1.55  $\mu\text{m}$ の合波分波カブラを試作し、波長ピッチのバラツ

「1」を加算して延伸を続行する。そして、 $J$  の値が4を超えるまで波長1.31  $\mu\text{m}$ の光信号における分岐比  $r_{1.31}$  が所定の値、例えば50%になるごとに、すなわち第3図(b)で  $S_3, S_4$  での分岐比  $r'_{1.55}(3)$ 、分岐比  $r'_{1.55}(4)$  を、具体的には第3図(b)において  $p_3, p_4$  での分岐比を求め、それぞれを分岐比  $r_{1.55}(3)$ 、分岐比  $r_{1.55}(4)$  と分岐比  $r_{1.55}(3)$ 、分岐比  $r_{1.55}(4)$  との比較値に基づきトラバース長  $l$  もしくはバーナスピード  $v$  を変えて上記延伸を続行する。

そして  $J$  の値が4を超えた後は、分岐比  $r_{1.31}$  の値をモニターし（ステップ59）、その値が100%に達したとき延伸停止信号を発し（ステップ59）、光ファイバを固定している延伸ステージ40を停止させる。

ここで、トラバース長  $l$  もしくはバーナスピード  $v$  を変える変換式としては、例えばトラバース長  $l$  としては、

$$l = l \times \alpha_l(J) \times$$

キを調べた。

この試作においては、加熱源として酸水素バーナを用い、融着・延伸を行った。そして延伸条件として、融着時間を3分、初期のトラバース長  $l_0$  を第8図より5.2 mmと、また、バーナスピード  $v_0$  を第9図より2 mm/secとして、バーナスピードの分解能を1  $\mu\text{m}/\text{sec}$ で制御し、更に  $J$ 、 $\alpha_l(J)$ 、 $r_{1.55}(J)$  の値をとって、以下の表1の値を用いて20本試作し、波長ピッチ  $\lambda_p$  を測定し、表2に示す結果を得た。なお、この波長ピッチ  $\lambda_p$  は、製造した光カブラの分岐比の変化を正弦波としてフィッティングし、光カブラの各ポートの分岐比が最小となる点の間として求め、バーナスピード  $v$  は変化させなかった。

表1

$J > 4$	
$\alpha_l(1) = 0.95$	$r_{1.55}(1) = 72\%$
$\alpha_l(2) = 1.05$	$r_{1.55}(2) = 31\%$
$\alpha_l(3) = 0.90$	$r_{1.55}(3) = 44\%$
$\alpha_l(4) = 1.20$	$r_{1.55}(4) = 19\%$

また、本発明の効果を確認するため、トラバース長 $l = 5.2 \text{ mm}$ 、バーナスピード $v = 2 \text{ mm/sec}$ 一定として、フィードバックをかけず、従来の方法で20本の光カブラを試作して、表2に示す結果を得た。

表 2

	$\lambda_p$ の平均 (nm)	$\lambda_p$ のバラツキ 標準偏差 (nm)
従来の方法	237.3	9.8
本発明の方法	241.2	5.2

上記表2に示すように、本発明の効果が確認できた。

また上記試作例では、トラバース長 $l$ を変え、バーナスピード $v$ を一定にした状態で、試作しているが、これとは逆にバーナスピード $v$ を上記式②に基づいて変え、トラバース長 $l$ を一定に保って試作しても同様な結果を得ることができた。

本発明は上記実施例に限定されるものでなく、種々の変形例が考えられ得る。

熱条件を変えるようにしてもよいし又 $r'_{1.55}$ が所定の値になったとき $r'_{1.33}$ の値を測定し、この $r'_{1.33}$ と $r_{1.33}$ との比又は差にもとづいて制御するようにしてもよい。この場合、修正係数については実験的に求めておく必要がある。

#### 発明の効果]

本発明の光カブラの製造方法では、先に説明したように、分波合波光カブラの波長ピッチの制御精度を向上させることができる。のため、この方法により製造された光カブラは、波長ピッチのバラツキが少なく、合波分波光カブラとして要求される低挿入損失及び高クロストークを合波する波長間で取り易くなる。

また、このような光カブラは、通信用分散システムに適用すると有効である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に従う光カブラの製造方法の一例の製造フローチャート図を示す図、第2図は第1図に示す光カブラの製造方法を実施するための光カ

具体的には、上記実施例では、バーナを単にX方向に移動させる状態を説明しているが、バーナを光ファイバの軸方向に対して円弧状に移動させて、光ファイバを加熱溶融し、光ファイバへの熱量の付与を均一化することが好ましい。この場合、円弧状の深さ部分を0.1乃至0.5mm程度にしておくことが好ましい。

更に、上記実施例では、バーナの穴径 $h$ を変えずに光カブラを製造する例について説明しているが、バーナの穴径 $h$ によりバーナスピード $v$ 及びトラバース長 $l$ と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係が異なってくる。そこで、場合によっては種々のバーナ穴径 $h$ に対して修正係数 $\alpha_l$  (J) 及び $\alpha_v$  (J) を実験的に求めておく必要がある。そして複数 $n$ の穴径の異なるバーナを用意し延伸途中に穴径を変え、加熱延伸を行い光カブラを製造するようにしてもよい。

また更に、上記実施例では分岐比 $r'_{1.55}$  (J) と分岐比 $r_{1.55}$  (J) との比率に基づいて、加熱条件を変えているが、これらの差に基づいて、加

ブラ製造装置の概略構成を示す図、第3図は波長 $1.31 \mu\text{m}$ 、波長 $1.55 \mu\text{m}$ における分岐比と延伸量との関係を示す図、第4図は光カブラの分岐状態とトランスファ回数との関係を示す図、第5図は波長ピッチ $\lambda_p$ を測定する方法を説明するグラフ図、第6図はトランスファ回数と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を示す図、第7図はトラバース長 $l$ とバーナ穴径 $h$ を具体的に説明する図、第8図はトラバース長 $l$ と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を示す図、第9図はバーナ穴径 $h$ とバーナスピード $v$ と波長ピッチ $\lambda_p$ との関係を示す図、第10図は本発明の光カブラの製造方法の詳細な製造プログラムフローチャートの一例を示す図及び第11図は従来の光カブラの製造方法の製造フローチャートを示す図である。

代理人弁理士

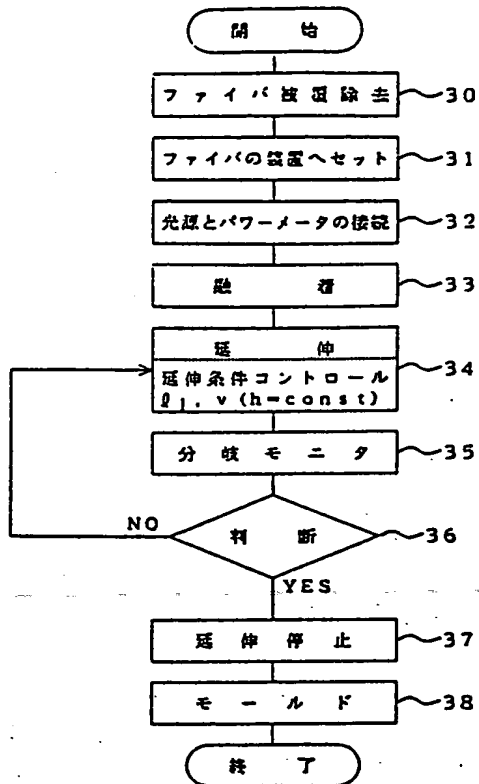
長谷川

芳樹

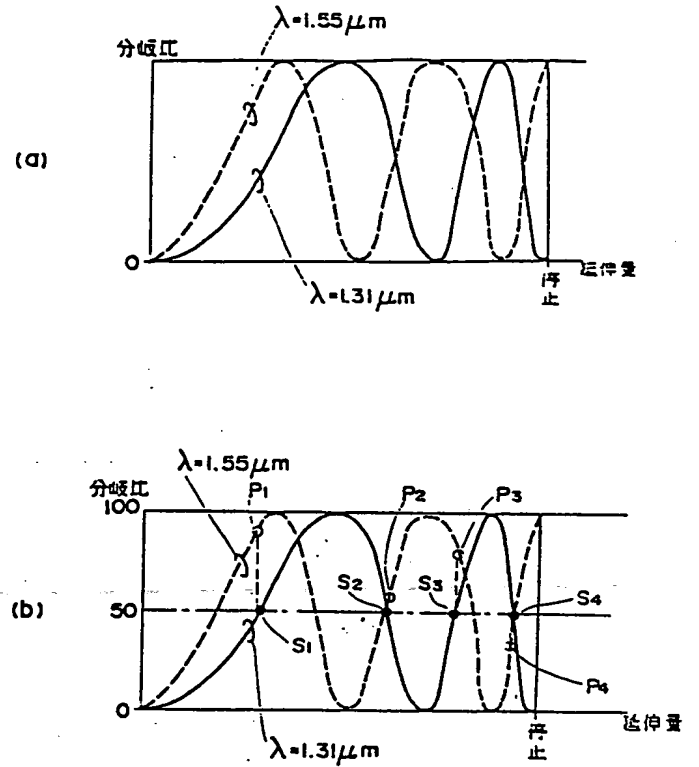
同

寺崎

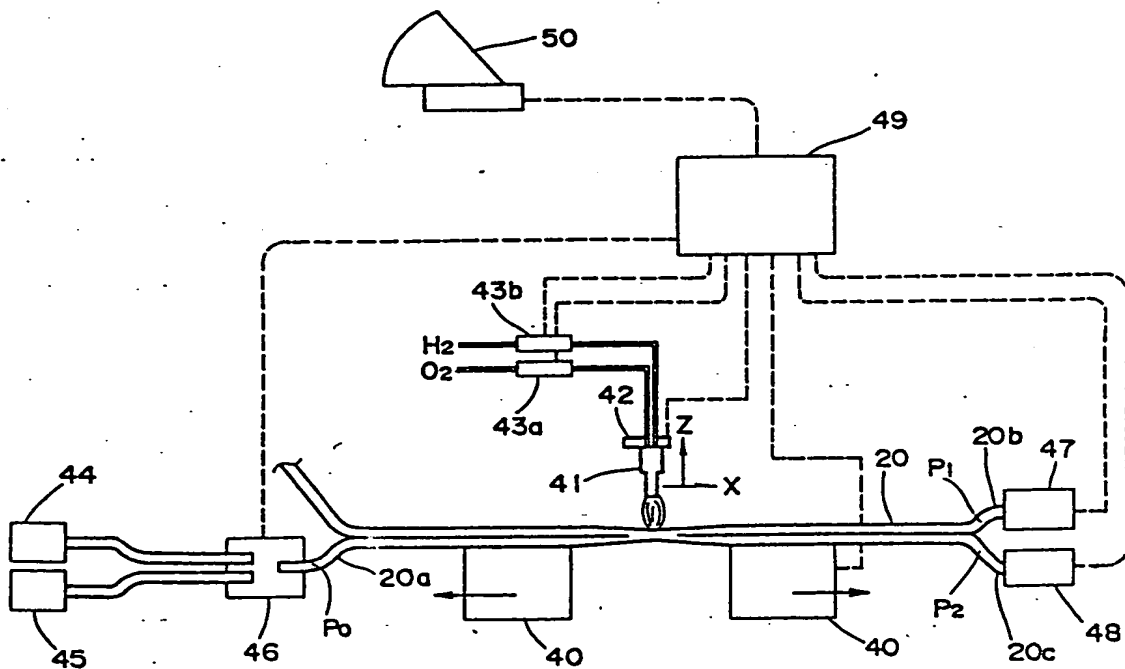
史朗



本発明の概略製造フローチャート  
第 1 図



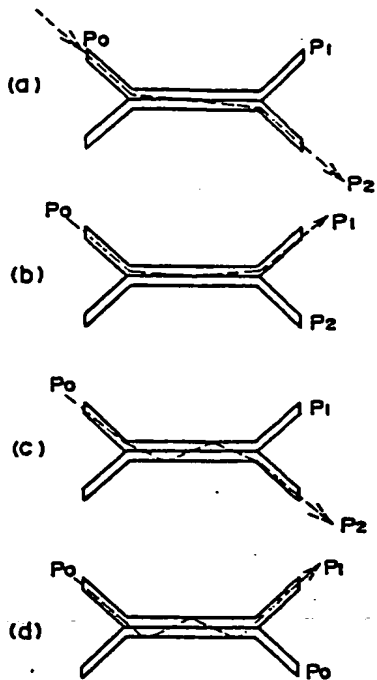
分岐比と延伸量の関係  
第 3 図



光ファイバ製造装置

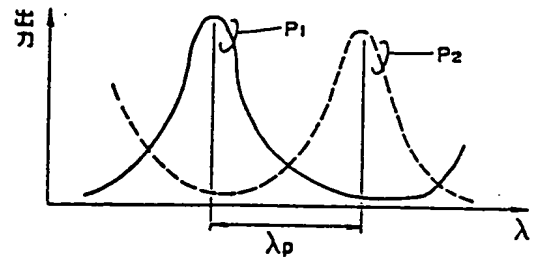
第 2 図





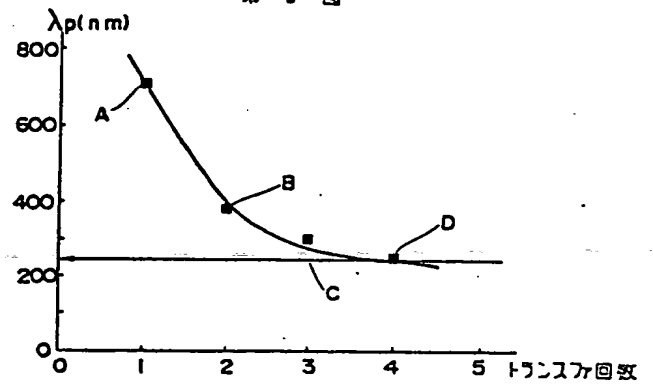
### トランスファ回数の説明

第 4 回



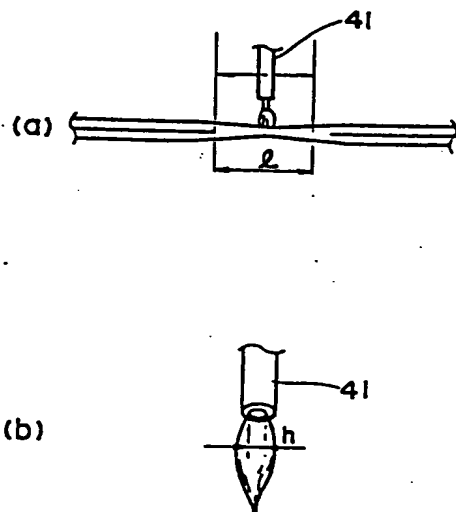
λ<sub>p</sub>のちとめ方

第 5 回



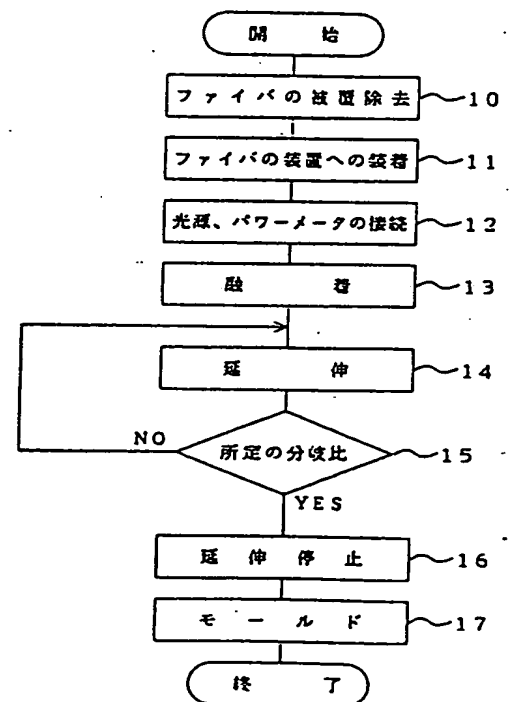
### トランスfer回数と延滞入pとの関係

第 6 回



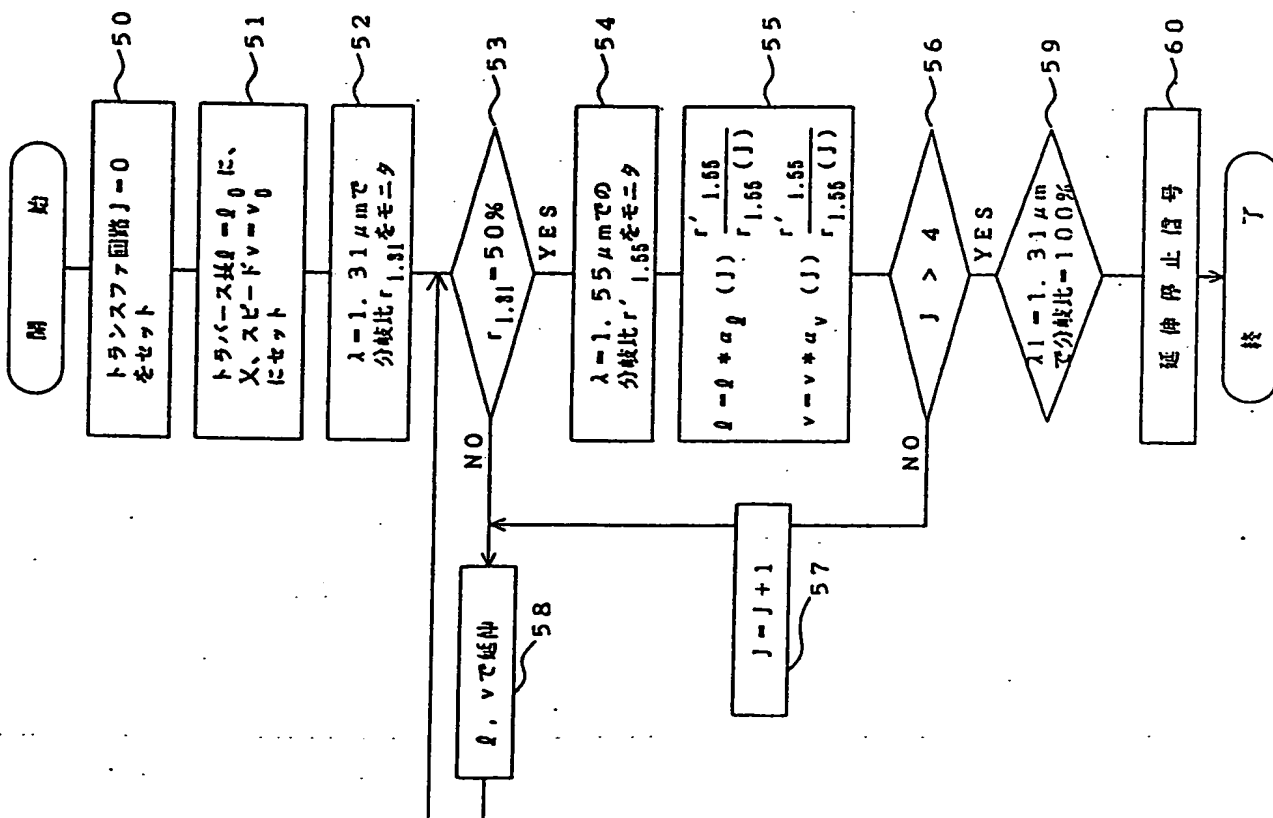
トランス受とバーナ穴径の具体例

第 7 图

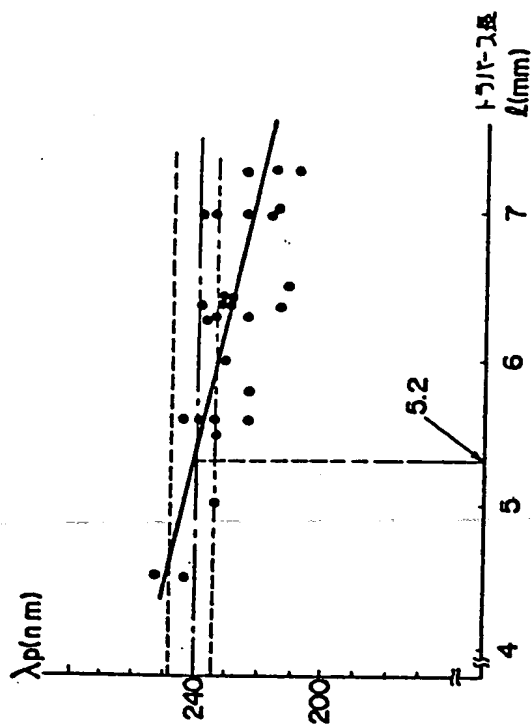


### 従来の発カブラ製造フローチャート

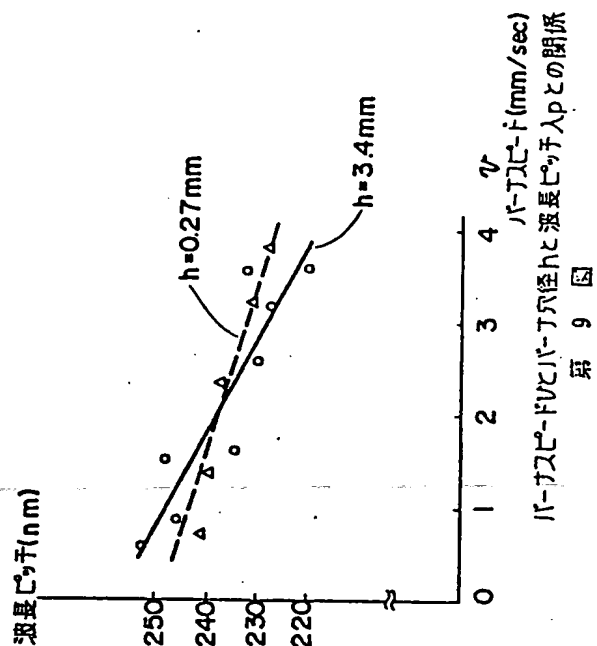
11



詳細な製造プログラムチャート  
第 10 図



トラバース長と延伸びつち入  $\lambda_p$  との関係  
第 8 図



パーパスビードとパーパス径  $h$  と延伸びつち入  $\ell$  との関係  
第 9 図

第 1 頁の続き

②発 明 者	滝 本	弘 明	神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内
②発 明 者	富 田	信 夫	東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日本電信電話株式 会社内
②発 明 者	有 本	和 彦	東京都大田区大森西 7 丁目 6 番 31 号 住電オブコム株式会 社内